



⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑯ Offenlegungsschrift  
⑯ DE 42 18 806 A1

⑯ Int. Cl. 5:  
H 01 L 33/00

DE 42 18 806 A1

⑯ Aktenzeichen: P 42 18 806.7  
⑯ Anmeldetag: 6. 6. 92  
⑯ Offenlegungstag: 9. 12. 93

⑯ Anmelder:  
TEMIC TELEFUNKEN microelectronic GmbH, 74072  
Heilbronn, DE

⑯ Erfinder:  
Birkenstock, Gerhard, 7105 Leingarten, DE

⑯ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE	27 19 567 A1
US	50 40 044
US	39 81 023
US	37 39 217
US	33 43 026

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑯ Mesa-Lumineszenz-Halbleiterelement

⑯ Bei einem Mesa-Lumineszenz-Halbleiterelement ist auf  
einem N-dotierten Substrat zur Bildung eines PN-Übergangs  
eine P-dotierte Epitaxieschicht abgeschieden. In die Oberflä-  
che der Epitaxieschicht sind zur Vergrößerung der Lichtaus-  
trittsfäche in flächiger Anordnung Vertiefungen einge-  
bracht.

DE 42 18 806 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen  
BUNDESDRUCKEREI 10.93 308 049/340

1  
Beschreibung

Bei der Herstellung der Lumineszenz-Halbleiterelemente von Mesa-Lumineszenz-Dioden (Mesa-LEDs) – beispielsweise Infrarot-Dioden oder Grünlicht-emittierende Dioden – wird zur Bildung eines PN-Übergangs auf ein N-dotiertes Substrat eine P-dotierte Epitaxieschicht abgeschieden. Durch Gräbenätzung werden die Mesastrukturen erzeugt, die Lumineszenz-Halbleiterelemente entlang der Mesagräben vereinelt und unter Verwendung eines Reflektors in ein Gehäuse eingebaut.

Bei Stromfluß durch die Lumineszenz-Halbleiterelemente wird Licht emittiert, wobei die von Brechungsindex und von geometrischen Faktoren abhängige Ausstrittsoberfläche entscheidend für die Licht- bzw. Strahlungsausbeute ist.

Die Erfahrung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Mesa-Lumineszenz-Halbleiterelement gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 mit vergrößerter Lichtausbeute anzugeben.

Diese Aufgabe wird erfundungsgemäß durch das Merkmal im Kennzeichen des Patentanspruchs 1 gelöst:

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfundung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Die in die Oberfläche der Epitaxieschicht, d. h. in die Mesa-Oberfläche eingebrachte Verteilungen entsprechen in ihrer Funktionsweise "Mikroreflektoren", die die Oberfläche der Epitaxieschicht vergrößern. Daher steht gegenüber konventionellen Lumineszenz-Halbleiterelementen mehr Oberfläche für den Licht- bzw. Strahlungsaustritt zur Verfügung, die Austrittswahrscheinlichkeit des Lichts bzw. der Strahlung steigt an, so daß bei einem bestimmt Stromfluß mehr Licht bzw. Strahlung aus der LED austreten kann.

Die Verteilungen werden in flächiger Verteilung vorzugsweise jeweils unmittelbar aneinandergeordnet angeordnet und befinden sich überwiegend im Randbereich der Mesa-Oberfläche, wo sie sich bis an den Rand der Mesaflanke erstrecken. Hergestellt werden die Verteilungen (beispielsweise Löcher/Atzgruben oder Rillen) durch physikalischen oder chemischen Abtrag von der Oberfläche der Epitaxieschicht; beispielsweise können sich durch chemische Ätzung mittels einer Maske in die Epitaxieschicht eingebrachte Verteilungen, wobei die Tiefe der "Reflektoren" abhängig von der Geometrie der Maske 45 ist. Durch die Vergrößerung der Lichtausbeute kann die Struktur der LEDs verkleinert werden, wodurch die Herstellung der LEDs billiger wird.

Weiterhin soll die Erfundung anhand des in den Fig. 1 und 2 dargestellten Ausführungsbeispiels beschrieben werden.

Die Fig. 1 zeigt in perspektivischer Ansicht und die Fig. 2 im Schnitt ein vereinzeltes Mesa-Lumineszenz-Halbleiterelement, bei dem auf einem N-dotierten Substrat 1 eine P-dotierte Epitaxieschicht 2 zur Bildung des PN-Übergangs 3 angeordnet ist. In der Mitte der Epitaxieschicht 2 ist auf deren Oberfläche 4 ein Metallisierungsfleck 8 vorgesehen, auf dem ein Bonddraht 7 zur Kontaktierung des Lumineszenz-Halbleiterelements angebracht ist; vom Metallisierungsfleck 8 weg erstrecken sich auf der Oberfläche 4 der Epitaxieschicht 2 Metallisierungsfinger 9, die zur großflächigen Kontaktierung des Lumineszenz-Halbleiterelements dienen. In die Oberfläche 4 der Epitaxieschicht 2 sind – abgesessen vom Bereich des Metallisierungsflecks 8 und der Metallisierungsfinger 9 – ganzflächig Verteilungen 5 eingebracht, die halbkugelförmige Gestalt besitzen und bis zum äußeren Rand der Epitaxieschicht 2, das heißt

bis zur Mesaflanke 6 reichen.

Das N-dotierte Substrat – beispielsweise aus Gallium-Phosphid – besitzt eine quaderförmige Gestalt mit der quadratischen Grundfläche von  $290 \mu\text{m} \times 290 \mu\text{m}$  und der Höhe (Substradicke) von  $265 \mu\text{m}$ , auf dem die Mesastruktur mit einer Mesa-Basisfläche von  $260 \mu\text{m} \times 260 \mu\text{m}$ , einer Mesa-höhe von  $15 \mu\text{m}$  und einem Mesa-winkel von ca.  $60^\circ$  angeordnet ist. Die P-Epitaxieschicht 2 besteht beispielsweise aus Gallium-Phosphid und ist in einer Dicke von beispielsweise  $10 \mu\text{m}$  auf das N-Substrat 1 aufgebracht. Auf die Oberfläche 4 der Epitaxieschicht 2 ist im Zentrum der Metallisierungsfleck 8 mit einem Durchmesser von  $100 \mu\text{m}$  aufgebracht; von diesem aus erstrecken sich vier Metallisierungsfinger 9 mit jeweils  $25 \mu\text{m}$  Länge, wobei die äußeren Enden der Metallisierungsfinger 9 jeweils  $140 \mu\text{m}$  voneinander entfernt sind. In die Oberfläche 4 der Epitaxieschicht 2 werden mittels einer strukturierten Maske durch einen chemischen Ätzprozeß ca. 80 Vertiefungen mit einem Durchmesser von  $6 \mu\text{m}$  und einer Tiefe von  $3 \mu\text{m}$  ganzflächig aufgebracht.

Abweichend von dem vorgestellten Ausführungsbeispiel können jedoch Anzahl, Geometrie, Tiefe und Anordnung der Vertiefungen sowie das Herstellungsverfahren je nach gewünschtem Anwendungsfall bzw. Verwendungszweck variabel gewählt werden.

## Patentansprüche

1. Mesa-Lumineszenz-Halbleiterelement mit einem N-dotierten Substrat (1), auf dem zur Bildung eines PN-Übergangs (3) eine P-dotierte Epitaxieschicht (2) abgeschieden ist, dadurch gekennzeichnet, daß in die Oberfläche (4) der Epitaxieschicht (2) in flächiger Anordnung Verteilungen (5) eingebracht sind.
2. Lumineszenz-Halbleiterelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Verteilungen (5) im wesentlichen im Randbereich der Epitaxieschicht (2) angeordnet sind.
3. Lumineszenz-Halbleiterelement nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Verteilungen (5) bis an die Mesaflanke (6) reichen.
4. Lumineszenz-Halbleiterelement nach einem der Ansprüche 1 – 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Verteilungen (5) jeweils unmittelbar aneinandergründen.
5. Lumineszenz-Halbleiterelement nach einem der Ansprüche 1 – 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Verteilungen (5) im wesentlichen eine halbkugelförmige Gestalt aufweisen.
6. Lumineszenz-Halbleiterelement nach einem der Ansprüche 1 – 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Verteilungen (5) als Streifen/Rillen ausgebildet sind.
7. Lumineszenz-Halbleiterelement nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Verteilungen (5) durch chemischen oder physikalischen Abtrag von der Oberfläche (4) der Epitaxieschicht (2) eingebracht sind.
8. Lumineszenz-Halbleiterelement nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Verteilungen (5) mittels chemischem Maskenätzen in die Epitaxieschicht (2) eingebracht sind.
9. Lumineszenz-Halbleiterelement nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Tiefe der Verteilungen (5) abhängig von der Geometrie der Maske gewählt ist.

DE 42 18 806 A1

3

4

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

**- Leerseite -**

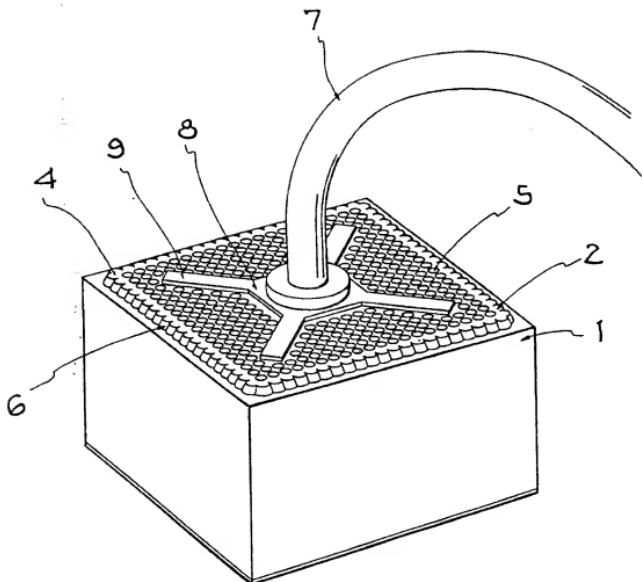


FIG. 1

X

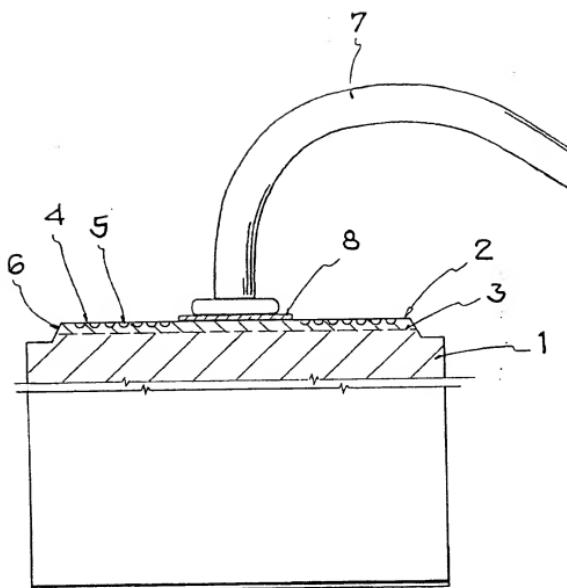


FIG. 2

**Mesa LED with n-doped semiconductor substrate - has depressions formed over surface of p-doped epitaxial layer, pref. in edge region and extending to mesa flank**

Patent Number: DE4218806

Publication date: 1993-12-09

Inventor(s): BIRKENSTOCK GERHARD (DE)

Applicant(s): TELEFUNKEN MICROELECTRON (DE)

Requested Patent: DE4218806

Application Number: DE19924218806 19920606

Priority Number(s): DE19924218806 19920606

IPC Classification: H01L33/00

EC Classification: H01L33/00B6B, H01L33/00C5

Equivalents:

---

**Abstract**

---

The LED pn junction (3) is formed by the n-doped substrate (1), on which a p-doped epitaxial layer (2) is deposited. In the latter surface distributed depressions (5) are formed, pref. in the edge region of the epitaxial layer, reaching as far as the mesa flank (6).

The depressions may be directly adjacent and may be of a hemispherical shape. Alternately they are formed as strips and grooves. They are typically formed by chemical or physical material removal from the epitaxial layer surface (4).

ADVANTAGE - Increased light yield.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2